

本邦河川の化学的研究 第3報

九州地方の水質について 後篇

小林 純

目 次

研究の目的	1	アンモニア態窒素	4
調査期間及び調査河川	2	蒸発残渣	5
調査成績	3	浮遊物	5
水素イオン濃度	3	九州地方の平均水質	5
石 灰	3	季節天候の影響	6
苦 土	3	水質におよぼす地質の影響	6
曹 達	3	全世界平均水質との比較	9
加 里	3	陸地が河川に溶解して失う	
アルカリ度	4	無機塩類の量	10
硫 酸	4	河川による肥料養分の供給量	10
塩 素	4	稲作に対する河水中の珪酸の効用	11
珪 酸	4	水質の図示	15
鉄	4	要 結	16
磷 酸	4	感 謝	17
硝酸態窒素	4	参 考 文 献	17

研究の目的

われわれは日常の実験で、ガラス器具を水道水でよく洗つて清潔に乾燥するにもかかわらず、ガラスの表面には水滴のあとが不透明な痕跡となつて残るのに気が付くことがしばしばある。然し蒸留水を使えばそれが出来ない。従つて、その痕跡は水中に溶け込んでいた塩類が、肉眼で見える形となつて析出した結果にほかならない。

1滴の水道水でさえもその通りである。況して広い流域から集まる川水の中には、一体どの位の塩類が目に見えない形で溶けて流れているであろうか。それは意外に大量である。わが国の全河川が1年間に溶かして海に運ぶ塩類は、筆者の今日までの実験結果から推定すると、2千万屯を遙かに突破する。しかもその塩類の化学的性質は川によつて大いに相違する。従つて川は農作物に対し益水を供給し、また悪水を供給する。工業、衛生、水産等に対しても同様である。

日本人は川によつて農業、工業、発電を営み、川によつて飲料水を得ている。川の水質が国民の生活に及ぼす影響は実に大きいはずである。古来水を治める者は国を治めると言われ、河水の利用と被害の防除については多大の努力が払われた。にもかかわらず水質は直接肉眼に触れないが故に、比較的無関心に過されて来たことは遺憾のきわみと云うべきである。

ここにおいて、筆者は10余年にわたり、わが国の主要河川の分析を系統立つて行い、その性質を究明しつつある。既に本邦河川の大半の分析を終り、そのデーターの一部を報告⁽⁴⁾⁻⁽²⁰⁾したが、この報文では九州地方の70河川の成績を取りまとめて報告して見る。

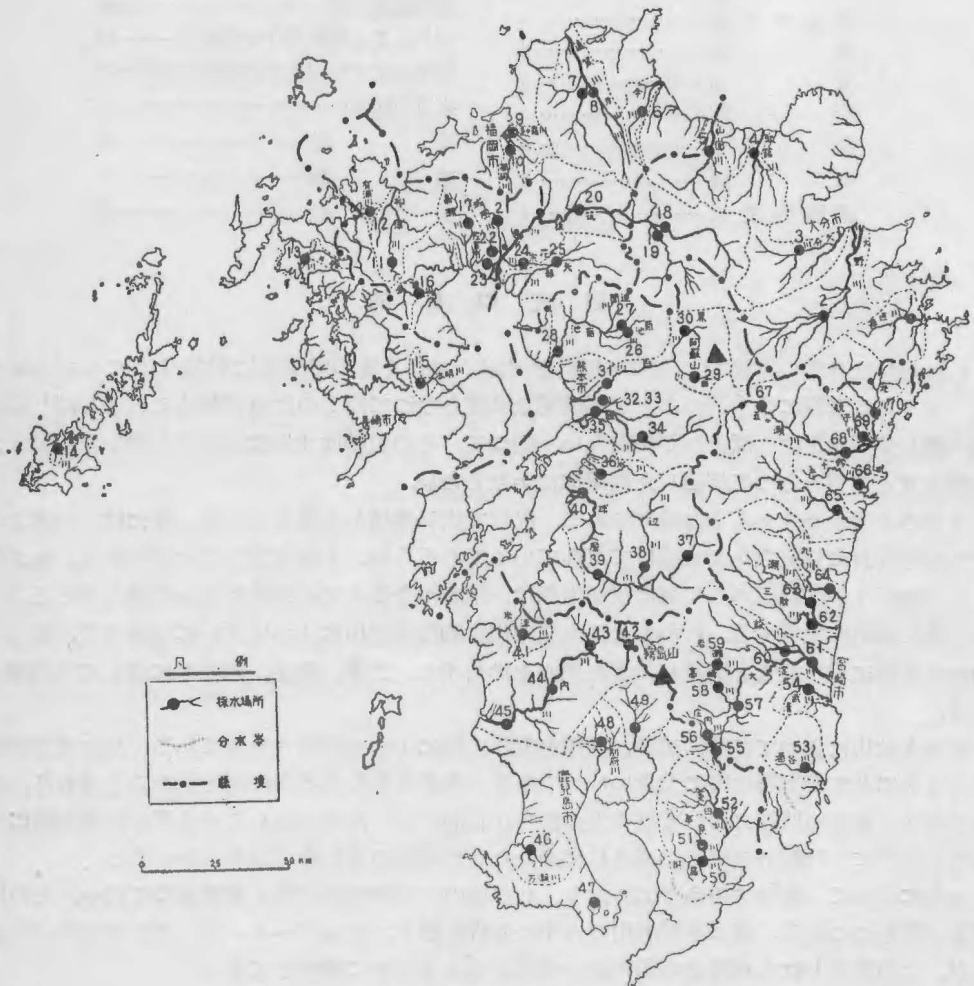
調査期間及び調査河川

九州各縣当事者の支授を得て、主要河川の70箇所について年間12回づつの化学的調査を継続した。採水は毎月15日に一齊に行つたが、仕事の都合上九州を2分して、南半の調査期間は戦時中の昭和18年4月15日から翌年3月15日に亘る1年間、北半は25年5月15日から翌年4月15日までの1年間とした。

調査河川は第1表⁽¹⁹⁾および第1図に示す如く、大淀川水系の7箇所を筆頭に、筑後川水系の5箇所、球磨川、川内川両水系の各4箇所……等、南は薩摩半島の池田湖、西は五島列島の鰐川を含む70箇所であつて、重要な河川は大体網羅したほかに、地下水、湖沼、かんがい用掘割も選んである。

採水に当つては、なるべく河川中央部の流速が大でかつ深い場所から、水面下15~20cmの水を採取するように努め、合流点下流における兩岸の水質の不均一、発電用水路或はかんがい用堰の位置、鉦山工場廃水の流入箇所等にも充分な注意を払つて場所を選定した。また容器はアルカリの溶出を避けるために、重クローム酸カリ硫酸混液をもつて洗滌した硬質ガラス壺を

第1図 九州地方河川図



使用した。

分析法は既に発表し^(10, 11)たからここには省略する。

調 査 成 績

前篇⁽¹⁰⁾に掲げた分析成績第2表は各採水場所から、前記の如く年間に12回づつ一齊に採水し分析した結果を示す。それによつて九州地方の水質の大勢をうかがつてみると次の如くである。

水素イオン濃度. pH 6.5~7.6 の間にあつて、70河川の平均は7.0である。大多数の川は中性反応を呈し、強い酸性或はアルカリ性の川はない。しかしそのうち比較的酸性なのは祝子、肝属、三財、小丸等の諸川であり、反対にアルカリ性の川は彦山、遠賀、大分、氷、大野、駅館、多々良、佐々、玖珠、大山、白、緑等である。

石灰 (Ca O). 4.7~50.1 mg/l を示し、最高と最低の間には著しい距りがある。最高の遠賀、彦山の両川は筑豊炭田の廃水によつて、重炭酸石灰、硫酸ソーダが著しく増加している特殊な川であるから、これを除くと、熊本の白川の 28.3 mg/l が最高である。石灰含量が 15 mg/l 以上の川は、やはり白川水系に属する阿蘇の黒川、白川の伏流水と見られる熊本市水前寺湧水のほかに、大分縣番匠川、大分川、佐賀縣筑紫平野の佐賀江、同平野のかんがい用掘割、福岡縣花宗川、熊本縣緑川、氷川、川辺川、鹿児島縣新川、宮崎縣高崎川、岩瀬川である。

反対に石灰が最も少量の川は花崗岩を流れる延岡市の祝子川であり、これに次いで同じく花崗岩を水源とする佐賀縣城原川である。その他佐賀縣嘉瀬川、福岡縣那珂川、鹿児島縣万瀬川、池田湖、串良川、菱田川、宮崎縣五十鈴川等も石灰が少量である。

苦土 (Mg O). 1.2~23.7 mg/l で、やはり川によつて大きな相違がある。最少の川は石灰の場合と同様に祝子川であり、最多は阿蘇を水源とする白川の下流部および熊本市の井水である。遠賀川と彦山川の苦土含量は石灰の場合と異り著しく多量ではない。

曹達 (Na₂ O). 4.1~105.4 mg/l の含有量を示しているが、このうち最高の遠賀川、彦山川及び多々良川は炭坑廃水の流入によつて、硫酸ソーダが異常に増加しているのである。その他でソーダが比較的多量なのは、筑紫平野のかんがい用掘割、佐賀江、熊本市井水、白川等であり、また温泉の影響を受ける鹿児島縣の新川、風によつて運ばれる海水の影響を受ける五島列島福岡島の鰐川にもソーダがやゝ多い。

反対にソーダが最も少量なのは宮崎縣耳川の 4.1 mg/l であり、次いで同縣下の北、祝子、五ヶ瀬、五十鈴、小丸、一ツ瀬、三財、綾、熊本縣下の球磨、川辺、氷、緑、菊池、迫間等の諸川も 6.0 mg/l 以下を示している。

加里 (K₂ O). 加里は云うまでもなく、農業上重要な養分であり、肥料3要素のうち河水中に最も多量に容存する。70河川のうち加里含量が最高であつたのは、肥沃な筑紫平野中のかんがい用掘割と、熊本の白川であつて、共に 6 mg/l 以上に達する。その他の川で 3 mg/l 以上を含むものは、阿蘇の火山噴出物を水源とする筑後、玖珠、佐賀江、花宗、黒、大野、大分の諸川と、霧島火山脈を水源とする新、肝属、菱田、大淀、岩瀬の諸川である。

これに反し加里が少量で 1 mg/l 以下の川は、九州山脈或は筑紫山脈の古生層、中生層、花崗岩を水源とする球磨、川辺、氷、綾、一ツ瀬、三財、小丸、耳、五十鈴、祝子、北、嘉瀬、城原、那珂、有浦、鰐等の諸川である。

アルカリ度 (CO_2). 重炭酸塩および炭酸塩として存在する炭酸の含量をアルカリ度より計算して示したものである。炭坑の影響を受ける彦山川の 44.2 mg/l 、遠賀川の 41.0 mg/l 、および熊本井水の 30.2 mg/l を別にすると、黒川の 25.7 mg/l が最高であり、其の他では阿蘇或は霧島火山脈に属する大野、大分、花宗、菊池、白、緑、氷、新、高崎、岩瀬、大淀、五ヶ瀬の諸川のほか、水前寺湧水、筑紫平野の掘割、佐賀江等も 15 mg/l 以上の高い値を示す。

反対にアルカリ度が低い川は、山国、那珂、有浦、鰐、嘉瀬、大山、城原、球磨上流、羽月、川内、万瀬、串良、酒谷、小丸、五十鈴、祝子、北の諸川である。なかでも延岡市の祝子川は最低の 5.1 mg/l を示す。

硫酸 (SO_4). 水中の硫酸根が多量であると、秋落水田に対し、硫酸根肥料と同様に害がある。遠賀川の 129.1 mg/l とその支流彦山川の 51.3 mg/l は硫酸含量として異常に多量である。筑豊炭田の影響を受けて硫酸ソーダが増加するからである。白川の 57.1 mg/l 、熊本井水の 54.8 mg/l も著しく多量である。その他筑紫平野の掘割、佐賀江、福岡縣多々良川、長崎縣佐々川にも硫酸根が多い。

反対に硫酸が最も少いのは、花崗岩を水源とする佐賀縣嘉瀬川の 1.1 mg/l であり、また長崎縣本明川、佐賀縣城原川、鹿児島縣肝属川、串良川、菱田川も 2 mg/l 以下の少量を示す。

塩素 (Cl). 塩化物が異常に多量な水はない。筑紫平野の掘割の 25.8 mg/l 、次いで佐賀江の 16.1 mg/l が高い方である。長崎縣福江島の鰐川が 13.8 mg/l で比較的少量なのは、海から風によつて運ばれる塩分の影響と思われる。逆に塩素が少量で 2 mg/l 以下の川は、熊本縣球磨川、川辺川、宮崎縣一ツ瀬川、耳川等である。

珪酸 (SiO_2). 珪酸はわが国の河水には多量に溶けており、しかも稲の稻熱病耐病性を強める効果が大きであるから農業上大切な成分である。

大分縣大野川の 54.6 mg/l を最高とし、大分、玖珠、白、新、菱田、大淀の諸川は 50 mg/l 以上を、また駅館、山国、本明、大山、筑後、菊池、迫間、黒、水前寺湧水、熊本井水、川内、羽月、万瀬、別府、肝属、串良、庄内、高崎、岩瀬、五ヶ瀬等の諸川は 40 mg/l 以上を含有する。調査した70河川のうち、 40 mg/l 以上の川が34、すなわち約半数に達することは、九州地方の河水に珪酸が如何に豊富であるかを示すものであり、またこの34河川が、すべて阿蘇或は霧島火山脈の火山噴出物を水源とする川に限られる点は、両火山系が水質に与える影響の極めて大きいことを物語る。

次に珪酸が少量の川としては、 10 mg/l 以下のものは見当たらないが、九州山脈の中生層或は古生層を水源とする川辺、一ツ瀬、三財、小丸、耳、五十鈴等の諸川は $10 \sim 12 \text{ mg/l}$ 程度の低い値を示した。

鉄 (Fe_2O_3). 筑紫平野の佐賀江の 1.48 mg/l が最高、次いで炭坑廃水の影響を受ける遠賀川の 1.46 、彦山川の 1.17 mg/l が高い。他の川はすべて $0 \sim 0.5 \text{ mg/l}$ の範囲内にある。

磷酸 (P_2O_5). 重要な肥料成分であるが、河水中の溶存量は少い。筑紫平野のかんがい用掘割の 0.35 、佐賀江の 0.23 、白川上流部の 0.18 、黒川の 0.13 mg/l 等が最も多量であり、その他 0.05 mg/l 以上のものは大野、大分、本明、塩田、嘉瀬、筑後、城原、花宗、菊池、新、五ヶ瀬等の諸川である。

硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$). 熊本井水の 0.87 、彦山川の 0.84 、遠賀川の 0.72 mg/l が最も高く、佐賀江、塩田川、花宗川、白川、黒川、水前寺湧水、大淀川等も 0.3 mg/l 以上を示す。

アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$). 佐賀江の 0.16 、筑紫平野掘割の 0.13 、塩田川の 0.11 mg/l が多量な方で、他は 0.1 mg/l 以下である。

蒸發残渣. 濾紙をもつて浮游物を除去した後の、水中に溶解する固形物の総量である。炭坑の影響を受ける遠賀川の 385.4 mg/l、彦山川の 252.2 mg/l を除くと、川では熊本市白川の 243.1 mg/l が最高である。ほかに大分、多々良、玖珠、佐賀江、掘割、黒、新、高崎、岩瀬、庄内、菱田等の諸川も蒸發残渣が 120 mg/l 以上で濃厚である。

これに反し花崗岩を水源とする祝子川は 45.6 mg/l で最も稀薄であり、那珂、嘉瀬、城原、球磨、一ツ瀬、小丸、耳、五十鈴、北等の諸川も 60 mg/l 以下である。

浮游物. 鹿児島縣菱田川の 187.9 mg/l が最高、次いで炭坑のために濁濁する彦山川、および遠賀川が多量である。また大野、大分、多々良、松浦、佐々、嘉瀬、佐賀江、掘割、白、黒、肝属、三財等の諸川にも比較的多い。

これに反し浮游物が 5 mg/l 以下の、水が清透な川として山国、菊池、迫間、緑、氷、球磨、川辺、米ノ津、羽月、万瀬、別府、酒谷、清武、綾、一ツ瀬、耳、五十鈴、五ヶ瀬、祝子等がある。

九州地方の平均水質

九州地方の水質の平均値を算出するために、2種の計算を試み、その結果を第2表⁽¹⁰⁾の下端に掲げてある。

2種のうちの第1は川に区別を設けずに70箇所の総平均を単純に算出したものであり、第2は年間の流出水量に応じて、川に大小の区別を設け、その比率を水質に乗じて平均値を算出したものである。この報文では前者を単純平均、後者を修正平均と名付ける。

修正平均の算出に当つては、もちろん各河川最下流部の流量の比率を知る必要があるが、実際には流量の観測は全部の川については行われていない状況にある。従つて、正確な数字を得られない怨みはあるが、他に適当な方法が見出されないから、止むを得ず、陸地測量部発行の地図上で分水嶺を辿つて水系別の流域面積*を測定し、それに流域内の年間降雨量**を掛け合せ、得た水量に流出水量が比例すると仮定して、流量の比率を一応次のように定めた。

すなわち筑後川 20、大淀川 17、川内川 14、球磨川 13、耳川 11、大野川 10、五ヶ瀬川 10、一ツ瀬川 7、緑川 7、遠賀川 7、菊池川 7、小丸川 5、大分川 5、白川 5、北川 5、矢部川 4、山国川 4、酒谷川 4、菱田川 3、番匠川 3、新川 3、五十鈴川 3、万ノ瀬川 3、松浦川 3、清武川 2、三財川 2、肝属川 2、駅館川 2、嘉瀬川 2、米ノ津川 2、今川 1、別府川 1、祝子川 1、氷川 1、塩田川 1、串良川 1、那珂川 1、佐々川 1、本明川 1としたのである。他の多々良、有浦、鰐等は川が余り小さいため計算から除いた。以上の流量比をそれぞれの分析成績に乗じて平均値を算出したものが河川修正平均値であるが、もちろん同一水系内に採水地点が2箇所以上ある場合には、最下流部1箇所の成績のみを計算に用いた。

以上の計算によつて、得られた単純平均および修正平均値を前篇の第2表の下端に掲げてある。後者は川の大小を計算に加えてあるから、当然大河川の影響が大きく現われるはずである。然し結果的に見ると、予想に反し、2種の平均値には殆んど相違がない。従つて、この場合流出水量の比率が上記の通り大雑把な計算であつても、實際上差支へのなかつたことが判る。

次にこれらの平均値によつて九州地方の水質の大勢を考察してみると、次の特徴が認められ

* 筑後、大淀、球磨、五箇瀬の流域面積は理科年表によつた。

** 中央氣象台発行、日本氣候圖(1948)の等降雨量線から推定した。

る。

(イ) 珪酸の平均含有量は 31 mg/l に達し、既報あるいは後に報告する日本の他の地方の平均値に較べて非常に高い。この特質は Clarke が計算した世界河川の平均水質*に較べると一層明かである。阿蘇、霧島両火山脈の火山噴出岩から溶出する珪酸が、九州の河水を著しく特徴付けているからである。

(ロ) 加里含量が 2.2 mg/l で、やはりわが国の他の地方の平均に比し多量である。

(ハ) 蒸発残渣も 100 mg/l 以上で、やはり他の地方に較べて濃厚である。

その他の特質については全世界平均水質との比較の項で述べる。

季節天候の影響

水質は季節天候によりもちろん影響を受けるが、九州地方の河水は秋田縣^(10, 11)等に比すると、概して季節的変化が小さく、またその変化には共通した一定の傾向がなく、川によつて区々である。九州は夏季の雨量が著しく多量であるから、他の地方のように7、8月頃に水質が最も濃厚となる傾向は認められない。大多数の川は5月或は6月の、すなわち梅雨期前後のたまたま晴天が続くような初夏の候に、年間で最も濃厚な水質となるが、また12月から3月までの冬期間に濃度が最高となる川も少くない。反対に水質が稀薄となる時期は6月の梅雨の際、或は9月の台風の時期である。しかし、阿蘇の地下水を集める白川、熊本の水前寺湧水の如きは年間を通じて水質が殆んど不変である。また番匠川は、たまたま8、9月の採水時に通過した台風の影響で、陸地上に吹き飛ばされた海水の飛沫によつて、河水中の塩分が却つて増加する現象を呈した。

水質におよぼす地質の影響

水は地球上における最も重要なそして有力な溶剤であつて殊に雨水は炭酸ガスを含むから、岩石土壤に対し強い溶解作用を営む。そして河水はそれらの風化分解物を集めて海に運ぶ。従つて、川の水質は受水地域の地質を反映する。そこで地質の種類が、川水に溶けている無機成分の組成(百分率)に与える影響を比較検討して見ると次の通りである。

通常の川水に溶けている無機物質の内容を蒸発残渣について検べてみると、4種の塩基(Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+)と3種の酸根(CO_3^{--} , SO_4^{--} , Cl^-)のほかに、 SiO_2^{**} (たまた珪酸塩 SiO_3^{--} として存する場合もある)を加えた計8種から成つている。その他 NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{--} , $\text{Fe}_2\text{O}_3^{**}$ 等も微量ながら残渣中に含まれる。これらの多くの成分が岩石から溶出したものであることはいふまでもない。

そこで、第2表を再計算し、Clarke の表示法に従つて、溶存無機成分の組成を百分率で示して見ると第3表の如くである。

九州地方の水源の山地を構成する地質を概観すると、火山噴出物の分布が最も広く、次いで秩父古生層、中生層および花崗岩等から成る。従つて、第3表では、水源の地質が複雑な川或は炭坑廃水の流入する川は一応除外して、河川を上記4種の地質別に分類してある。この表に

* Clarke⁽¹⁾の著書63頁の Sir John Murray による1立方哩の川水の重さ4,205,650,000屯、それに溶液となつて運ばれる成分量420,000屯から計算して、Salinity 99.9 mg/l を得る。これに世界河川平均の百分率の組成をかけ合せて各成分の mg/l を求めた値が、前篇第2表の下端に掲げてある。

** Clarke⁽¹⁾および Rankama & Sahama⁽²⁾に従つて、兩成分を酸化物として表わすのが適當と考える。

より、地質が水質に与える影響を比較して見る。

最初に無機塩類の合計量* (mg/l) を地質別に比較すると、火山噴出物を水源とする33河川

第 3 表 溶存無機塩類の組成におよぼす地質の影響
(無機塩類の合計を100とし各成分が占める割合を%で示す)

水な 源地 の主	番号	河川名	Ca %	Mg %	Na %	K %	NH ₄ %	CO ₃ %	SO ₄ %	Cl %	NO ₃ %	PO ₄ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	計 %	無機塩 類の合 計mg/l
火 山 噴 出 物	2	大野川	8.02	1.99	6.16	2.91	0.06	20.45	5.15	2.82	1.17	0.06	50.80	0.41	100.00	107.4
	3	大分川	9.23	1.88	7.83	2.23	0.04	22.01	8.28	4.55	1.02	0.05	42.73	0.15	100.00	124.4
	4	駅館川	9.10	2.45	7.54	2.02	0.08	17.89	11.73	3.86	0.76	0.05	44.40	0.12	100.00	99.7
	5	山国川	9.70	2.96	7.48	1.78	0.11	18.67	6.62	4.42	0.92	0.04	47.24	0.06	100.00	62.4
	15	本明川	6.86	2.45	6.91	1.95	0.07	19.55	1.98	5.72	0.94	0.07	53.34	0.16	100.00	89.5
	18	玖珠川	8.78	2.05	8.03	2.32	0.04	14.72	10.97	8.84	0.78	0.04	43.32	0.11	100.00	119.1
	19	大山川	7.64	2.27	7.44	2.50	0.05	14.68	9.11	5.09	0.88	0.06	50.05	0.23	100.00	86.8
	20	筑後川	8.93	2.22	7.57	2.48	0.07	16.25	11.66	6.83	0.83	0.06	42.62	0.48	100.00	102.8
	26	菊池川	8.06	2.85	4.80	2.55	0.06	22.40	4.11	3.22	0.87	0.12	50.95	0.01	100.00	72.7
	27	迫間川	9.02	2.81	5.23	2.64	0.06	21.99	4.48	3.57	1.32	0.07	48.80	0.01	100.00	72.5
	29	白川	10.99	4.58	4.51	2.68	0.02	18.71	19.30	4.14	1.31	0.16	33.50	0.10	100.00	150.5
	30	黒川	10.23	5.83	5.38	3.13	0.02	23.82	13.59	3.95	0.90	0.12	32.80	0.23	100.00	147.1
	31	白川	9.46	6.45	6.96	2.44	0.03	13.77	32.12	5.62	0.70	0.05	22.33	0.07	100.00	213.4
	34	緑川	14.36	3.59	4.64	2.19	0.05	31.03	3.45	2.87	0.99	0.06	36.75	0.02	100.00	79.7
	35	緑川	14.30	3.90	4.47	2.17	0.05	30.63	3.89	3.08	1.08	0.05	36.36	0.02	100.00	82.1
	42	川内川	8.81	3.29	6.56	2.30	0.06	16.60	12.01	5.62	0.78	0.03	43.76	0.18	100.00	95.6
	43	羽月川	10.06	2.65	6.57	2.02	0.04	14.33	19.95	3.73	0.58	0.01	39.95	0.11	100.00	91.0
	44	川内川	9.44	2.96	7.22	2.32	0.04	16.38	10.44	4.82	0.94	0.03	45.28	0.13	100.00	82.7
	45	川内川	8.78	2.60	6.62	2.18	0.05	17.89	11.00	5.22	0.64	0.02	44.85	0.15	100.00	84.9
	46	万瀬川	6.56	2.47	9.27	2.19	0.03	14.78	3.88	10.92	1.07	0.05	48.68	0.10	100.00	83.1
	48	別府川	9.30	3.65	6.91	1.91	0.04	21.49	8.19	5.35	0.31	0.02	42.75	0.08	100.00	91.8
	49	新川	8.48	3.70	7.30	3.07	0.03	22.32	9.60	6.80	0.80	0.05	37.79	0.06	100.00	133.0
	50	肝属川	6.72	2.16	6.15	3.18	0.10	18.32	2.14	6.59	1.02	0.04	53.16	0.42	100.00	89.3
	51	串良川	5.82	1.42	6.48	2.87	0.05	16.36	2.42	4.60	0.75	0.06	58.84	0.33	100.00	82.5
	52	菱田川	5.78	1.42	6.72	3.21	0.03	18.02	2.55	3.88	0.88	0.04	57.32	0.20	100.00	90.7
	55	大淀川	6.40	1.72	6.74	2.75	0.06	17.65	4.03	4.18	1.47	0.06	54.73	0.21	100.00	92.5
	56	庄内川	9.22	3.33	5.54	2.01	0.02	18.10	13.22	4.49	0.63	0.02	43.37	0.05	100.00	108.8
	57	大淀川	7.64	2.40	6.09	2.41	0.03	18.85	6.34	4.26	1.40	0.02	50.43	0.13	100.00	94.4
	58	高崎川	11.11	3.23	5.66	1.82	0.02	21.29	16.26	1.96	0.58	0.01	38.03	0.03	100.00	129.7
	59	岩瀬川	8.99	4.50	6.31	2.60	0.02	25.80	8.52	4.28	0.83	0.05	38.04	0.06	100.00	124.3
	61	大淀川	9.12	3.32	6.53	2.22	0.03	22.10	8.46	4.36	1.01	0.02	42.25	0.08	100.00	94.2
	67	五ヶ瀬川	9.07	3.60	4.93	2.68	0.03	24.68	3.12	2.66	0.99	0.10	48.14	0	100.00	87.8
	68	五ヶ瀬川	12.00	3.14	5.17	1.90	0.03	21.29	12.47	3.18	0.83	0.05	39.90	0.04	100.00	88.4
		平均	9.03	3.04	6.42	2.41	0.05	19.78	9.12	4.71	0.91	0.05	44.34	0.14	100.00	101.7

* Clarke の Salinity (鹹度) に相当する。

原 地 の 質	番号	河川名	Ca %	Mg %	Na %	K %	NH ₄ %	CO ₃ %	SO ₄ %	Cl %	NO ₃ %	PO ₄ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	計 %	無機塩 類の合 計mg/l
上 部 古 生 層	1	番匠川	16.84	3.34	9.48	1.32	0.09	27.87	8.56	9.87	1.27	0.04	21.24	0.08	100.00	73.0
	36	氷川	19.68	4.16	5.31	1.02	0.05	37.40	7.04	3.64	1.04	0.03	20.63	0	100.00	70.8
	37	球磨川	14.09	3.05	7.29	1.71	0.13	27.30	8.01	3.32	0.99	0.02	34.07	0.02	100.00	44.6
	38	川辺川	21.62	2.64	5.67	1.07	0.07	35.88	7.05	3.30	0.82	0.05	21.83	0	100.00	55.7
	39	球磨川	15.86	2.61	6.57	1.58	0.06	29.51	8.03	3.65	0.90	0.02	31.20	0.01	100.00	53.6
	40	球磨川	17.33	3.12	6.84	1.51	0.09	31.21	6.08	3.69	0.69	0.03	29.40	0.01	100.00	58.6
	65	耳川	18.17	2.04	6.45	1.41	0.07	33.64	8.96	3.55	0.25	0.02	24.94	0	100.00	46.8
中 生 層 由 ジ ニ ラ 瓦 紀 紀	70	北川	13.52	2.55	8.62	1.50	0.05	25.81	9.80	6.78	0.70	0.03	30.64	0	100.00	46.3
		平均	17.14	3.00	7.03	1.39	0.08	31.08	7.94	4.72	0.83	0.03	26.74	0.02	100.00	56.8
	60	綾川	14.61	6.23	6.84	1.21	0.06	31.40	10.36	4.38	0.50	0.01	24.39	0.01	100.00	53.5
	62	一ツ瀬川	15.03	6.02	6.81	1.05	0.07	31.98	13.95	3.54	0.68	0	20.87	0	100.00	52.0
	63	三財川	13.89	5.68	7.84	1.56	0.09	28.78	12.54	6.70	0.90	0.03	21.75	0.24	100.00	50.5
	64	小丸川	13.66	4.41	7.89	1.43	0.09	24.46	17.37	5.13	0.73	0.01	24.77	0.05	100.00	48.8
	66	五十鈴川	11.31	4.45	9.97	1.33	0.06	21.34	18.88	6.91	0.40	0	25.32	0.03	100.00	48.7
花 崗 岩		平均	13.70	5.36	7.87	1.32	0.07	27.59	14.62	5.33	0.64	0.01	23.42	0.07	100.00	50.7
	10	那賀川	9.53	1.97	12.34	1.32	0.14	16.68	6.28	10.32	2.40	0.09	38.67	0.26	100.00	49.8
	17	嘉瀬川	9.00	2.54	11.51	1.26	0.09	20.80	2.45	8.62	1.53	0.21	41.77	0.22	100.00	54.8
	21	城原川	8.81	2.44	10.53	1.27	0.09	19.83	3.34	8.05	1.62	0.13	43.74	0.15	100.00	52.9
	69	祝子川	9.57	2.05	11.16	1.76	0.09	19.86	9.49	8.24	0.29	0.02	37.47	0	100.00	35.2
九州地方70箇所 單純平均 同河川修正平均 全世界河川平均 (Clarke)		平均	9.23	2.25	11.39	1.40	0.10	19.29	5.39	8.81	1.46	0.11	40.41	0.16	100.00	48.2
		九州地方70箇所單純平均	10.51	3.20	9.01	2.02	0.06	21.10	13.94	5.90	1.03	0.06	32.98	0.19	100.00	94.0
		同河川修正平均	10.68	2.97	8.69	1.97	0.05	21.29	14.00	4.93	0.93	0.04	34.25	0.20	100.00	91.7
		全世界河川平均	20.39	3.41	5.79	2.12	—	35.15	12.14	5.68	0.90	—	11.67	2.75*100.00	—	—

* Fe₂O₃ と Al₂O₃ の含量

の平均は 101.7 mg/l で、最も濃厚であるに対し、花崗岩の4河川の平均は 48.2 mg/l で最も稀薄である。古生層および中生層の川もやはり稀薄でそれぞれ平均 56.8 および 50.7 mg/l を示す。従つて火山噴出物からの無機成分の溶出が最も大であり、花崗岩**の場合最も小であることが知られる。

次に無機成分の組成について、先づ Ca が占める百分率を比較すると、古生層の川が平均17%余で最高、次いで中生層に多いが、火山噴出物および花崗岩の川には Ca は最も少く、9%余を占めるに過ぎない。

Mg は中生層の川に最も多く、次いで火山噴出物、古生層、花崗岩の順序に減少し、Na は花崗岩の川に多く中生層、古生層、火山噴出物の順に減少する。またK は火山噴出物の場合2.41%で最も多く、他の岩石の場合は1.3~1.4%で少い。

CO₃ は Ca と共存する場合が多い関係上、Ca と同様に、古生層および中生層の川に多く、火山噴出物および花崗岩の川に少い。

** 原田氏⁽²³⁾は花崗岩は化学的風化の進行が緩慢で塩基の流亡し難いことを述べている。

SO_4 は Mg と同様の傾向があつて、中生層に最も多く、花崗岩に最も少い。また Cl は Na と全く同様で、花崗岩、中生層、古生層、火山噴出物の順である。

また SiO_2 が占める%は、火山噴出物を水源とする川の平均が44%余で最高*であり、花崗岩の川がこれに次いで40%を示す。古生層および中生層はそれぞれ26%、23%で、前2者に較べると非常に少い。

以上を総括すると、阿蘇、霧島の火山噴出物からは無機成分の溶出が多量で、しかもその中で SiO_2 の占める割合が非常に多く、 Ca 、 CO_3 は乏しい傾向がある。これと反対に古生層および中生層の水成岩から発する川は、 SiO_2 の%は少いが、 Ca と CO_3 は多い特質がある。

次に花崗岩を水源とする川は、岩石の溶解が緩慢なために、塩類は最も稀薄であるが、火山噴出物の場合と同様に SiO_2 の%は大きく、 Ca と CO_3 の%は小さい傾向がある。また花崗岩の川には Na^{**} と Cl の%が多く、 Mg^{**} と SO_4 の%は少い傾向も認められる。

なお成分間の相関関係をみると、 Ca と CO_3 ； Mg と SO_4 ； Na と Cl ； SiO_2 と K は互に相伴つて増減する場合が多いが、 Ca と SiO_2 は相反する場合が多いようである。

全世界平均水質との比較

第3表の下端には、九州地方の平均水質2種のほかに、Clarke⁽¹⁾ が主として欧米の著名な川の水質を基礎として算出した全世界の平均水質を掲げてある。この両者を比較すれば、九州地方の河川の特質を知ることが出来るはずである。

先づ、無機塩類の中で Ca が占める%を比較すると、世界平均水質の場合20%余であるのに対し、九州地方の平均は10%余に過ぎない。また CO_3 も同様に35%に対し21%で、両成分は共に約半量である。しかし SiO_2 について比較すると、世界平均の11%余に対し、九州のそれは単純平均で32%、河川修正平均では34%に達する。約3倍である。このように Ca と CO_3 とが著しく乏しい反面に、 SiO_2 は非常に多いのが特質である。

Rankama & Sahama⁽²⁾ は熱帯或は亜熱帯地方での赤色或はラテライト土壌の生成過程においては、土壌からの SiO_2 の溶脱が極めて大であるから、その結果として河水中の SiO_2 が増加することを述べている。従つて、わが国の南部に位する九州地方の河水に、このような亜熱帯型の風化の結果として、 SiO_2 が幾分増加する傾向にあることは、九州に珪酸の溶脱した赤色土壌が広く分布⁽³⁾ していることから、否定はできない。

然し九州の河水に SiO_2 が著しく多量に溶出する最も大きな原因は、亜熱帯的な気候よりも、むしろ地質、すなわち九州の広い範囲をおおつている地質年代の新しい火山噴出物のためである。その理由の第一は前項に述べた通り、阿蘇、霧島両火山脈の火山噴出物から流れ出るすべての川は、圧倒的に多量の SiO_2 を溶解すること、また第二には火山噴出物の風化分解に際しては多量の珪酸が失われて、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ の分子比が著しく少い土壌が生成することは土壌学上****既に知られているからである。

従つて、火山噴出物が広く分布する九州の川水には珪酸が特別に多量であり、また火山国と云われるわが国全体の川水にも、概して珪酸が豊富^(7, 12, 13) なのである。珪酸は後に記す如く

* 岩崎氏⁽²¹⁾ は J. B. Horrison による Grenada の火山岩風化の研究例を引用し、安山岩からの珪酸の損失が甚だ大であると述べている。従つて、筆者の研究結果とよく一致する。

** 原田氏⁽²³⁾ は花崗岩の風化に際し、 Mg が溶脱し難く、 Na が溶脱し易いことを報じている。これは筆者の研究結果とよく一致する。

*** 例へば原田氏⁽²⁴⁾の安山岩の風化に関する研究、岩崎氏⁽²¹⁾、川村氏⁽²²⁾等。

稻の生育に有効な成分であるから、珪酸の多い傾向は稲作に有利である。

次に Ca と CO_3 とが乏しい特質は九州に限らず、やはり日本の多数の川に共通する。^(12, 13) 珪酸が多いために、相対的に%が減少したとも考えられるし、また多雨温暖な気候によつて塩基が流亡した結果とも思われる。 Ca CO_3 の缺乏は農業的には酸性土壌の分布が多いことを意味し、また国民の保健上から見ると、骨髄、歯等の發育に必要なカルシウムの日常の摂取量が欧米人に遠く及ばないことを暗示する。然し工業用水として硬度の低い点は都合がよい。

陸地が河川に溶解して失う無機塩類の量

九州地方の河川修正平均水質と、年間の流出水量とから、河川に溶解して陸地から流失する無機塩類の総量を推定して見る。中央气象台発表の等降雨量線によつて、九州地方の降水量を概観すると、宮崎附近には年間 3,000 mm を超える多雨の地域があるが、九州全体の平均雨量は先ず 2,000 mm と考えられる。この降水量のうち河川に流出する率を 7 割と仮定すると、九州地方の総面積 42,079 km^2 内の河川流出水量は年間 590 億屯である。この水量に第 3 表に示す九州地方河川修正平均水質の無機塩類の合計 91.7 mg/l を掛け合せると 540 万屯* となる。これがすなわち九州の全陸地が毎年河川に溶解して失う無機成分の総量であつて、その内訳として Ca はその 10.68% (第 3 表) にあたる 58 万屯、 Mg は 2.97% の 16 万屯、 Na は 47 万屯、 K 11 万屯、 CO_3 115 万屯、 Cl 27 万屯、 SO_4 76 万屯、 SiO_2 185 万屯、……等である。この計算にはもちろん浮遊物、土砂等の濁濁物質は含まれていない。

河川による肥料養分の供給量

次に河川が天然に水田に供給する養分の量を計算して見る。

水稻の生育に必要なかんがい水量は土質、気候、其他の栽培条件によつて大いに差異があつて、原則的には必要水量の標準を立て得ない状態にあるが、仮りに 1 段歩当り 8,000 石 (1 昼夜当り田面水の厚さで 4 分強づつを 100 日間かんがいすれば 8,000 石となる) として、一応の計算を行つて見ると次の如くである。

先ず加里の含有量の最高は筑紫平野の掘割の 6.49 mg/l 、川では白川の 6.28 mg/l であるから、水田への 1 夏間の供給量は 1 段当りおおよそ 2 貫 400 匁という多量となる。このようなかんがい水を使用する農家はもちろん加里肥料を施す必要がないから幸運である。

反対に加里含量の最低は宮崎縣一ツ瀬川の 0.66 mg/l で、段当り 250 匁に過ぎない。最高の川に較べると非常な相違である。また九州地方 70 箇所単純平均の加里含量 2.29 mg/l から計算すると、加里の段当り平均供給量は 870 匁である。この量を九州 6 縣下の水田の総面積 40 万町歩にかけ合せると、348 万貫、すなわち硫酸加里に換算して 27,000 余屯になる。これが九州の全水田に対し河川が 1 夏間に自然に供給する加里の量である。

同様に窒素について見積ると硫酸に換算して約 9,000 屯となる。

また河水に溶けて供給される珪酸の量は最高が大野川の 20 貫 700 匁、最低は一ツ瀬川の 4 貫 100 匁であつて、70 箇所の単純平均値から計算した平均供給量は 11 貫 800 匁である。従つて、九州の全水田に対しては 176,000 屯の珪酸が 1 夏間に供給されるわけである。

また炭酸カルシウムの量をアルカリ度から計算すると、段当り 38 貫 200 匁 ~ 4 貫 400 匁、平均 12 貫 600 匁であつて、全水田に対しては 189,000 屯となる。

* 前篇に記した量は奄美諸島を除外しての計算である。

以上の結果からすると 河川が稲作に与える肥料的効果は意外に大きいことが知られる。

稲作に対する河水中の珪酸の効用

河川の肥料的効用は以上の通り著しく大きい。なかでも珪酸は水には多量に溶けている成分である。しかも大藏氏⁽²⁵⁾等によると比色法によつて定量される水中の珪酸は、コロイドよりも更に粒子の小さい分子状として存すると云う。九州の70河川を単純に平均した場合、溶けている無機塩類のうち32%はこの種の珪酸が占める。特に多い川では第3表の中にある通り50%以上に達するのであるから、溶存塩類の1/3、或は1/2が珪酸というわけである。

他方稲は珪酸を最も多量に吸収する作物であり、藁灰の中には珪酸が80%以上含まれる。根より吸収された珪酸は水と共に茎葉に移行し、水は葉の表面から蒸散するが、珪酸は表皮細胞の細胞膜に沈積して、細胞の珪質化が行われる。そして稻熱病菌の如く、細胞膜に孔を開けて侵入する病菌を防ぐ。従つて珪酸は稻熱病耐病性を強める効果があると云われる。⁽²⁶⁾

従つて、珪酸は水中の主要成分であると同時に、稲にとつても非常に大切な成分である。そこで、かんがい水中の珪酸含量が稲藁中の珪酸含量におよぼす効果を知るために、九州地方に限らず、本邦各地の多数の川の流域から、施肥量、収量がその地域のほぼ中庸程度と認められる水田を選んで、稲藁の標本を採集し*、珪酸含量を分析して見た。

その成績を、河川中の珪酸含量と併せ記して見ると第4表の通りである。この表によると、

第4表 かんがい水及び稲藁中の珪酸含有量比較分析表

番号	採 取 地 点	(藁 種 名)	藁中珪酸 %	関係かんがい用水名	用水中珪酸 mg/l
1	大分縣佐伯市鶴正字肢	(農 林 18 号)	14.04	番 匠 川	15.5
2	" " " "	(")	13.00	" "	"
3	" 挾間郡大野町小倉木1254	(大 分 三 井)	16.67	大 野 川	54.5
4	" " " " 1252	(")	17.10	" "	"
5	" " " " 1253	(")	18.13	" "	"
6	" 大分郡挾間村向之原240	(農 林 18 号)	17.60	大 分 川	53.2
7	" " " " 103の1	(")	17.86	" "	"
8	" " " " 121	(無 名 稻)	17.68	" "	"
9	" 宇佐郡四日市町吉松字前畑349	(農 林 18 号)	16.12	駅 館 川	44.3
10	" " 豊川村中原字馬伏42	(")	15.02	" "	"
11	" " 高家村上高家894	(")	15.18	" "	"
12	" 日田郡中川村合田字下之釣2130	(福 神)	18.71	玖 珠 川	51.6
13	" " 馬原村2293	(大分三井120号)	17.74	" "	"
14	" " 中川村合田字上の島1215	(不 明)	15.64	" "	"
15	" 日田市高瀬字小島1081	(大分三井120号)	17.75	大 山 川	43.4
16	" 日田郡大山村西大山902の1	(")	15.64	" "	"
17	" " " " 3577の1	(")	17.79	" "	"
大分縣 6 河 川 流 域 平 均			16.57		45.4

* 稲藁の標本の採取は、埼玉縣内のものはすべて同縣農業試験場坂井信行技師、神奈川縣下のものは同縣農業試験場岡本春夫技師、岐阜縣下のものは同縣農業試験場鈴木孝平技師、滋賀縣下のものは同縣農政課東野重信技師によるものである。其の他の地域のものは各地の農業改良普及員に依頼した。

観音号	観	採	取	地	点	(品 種 名)	観中粒 観 数	関係かんがい用水名	観水中 粒 数 mg/l
18	福岡県	直方市	勝野			(農 林 18 号)	14.98	遠 賀 川	21.1
19	"	"	南良浦			(")	13.59	"	"
20	"	"	勝野			(筑 紫)	13.57	"	"
21	"	"	下境字切苅2124			(農 林 18 号)	14.42	彦 山 川	21.2
22	"		粕屋郡大川村戸原上川原115			(農 林 18 号)	12.09	多 々 良 川	22.0
23	"	"	" " 古屋敷503			(農 林 18 号)	13.14	"	"
24	"	"	" " 五寸田689			(黄 玉)	12.20	"	"
25	"		筑紫郡日佐村上日佐			(農 林 12 号)	13.22	那 珂 川	19.3
26	"	"	" "			(")	10.89	"	"
27	"	"	" 下日佐			(宝)	11.70	"	"
28	"		三井郡大堰村島飼			(農 林 18 号)	17.94	筑 後 川	43.8
29	"	"	金島村宮司1399			(旭)	16.83	"	"
30	"	"	大城村赤司			(農 林 18 号)	14.47	"	"
31	"		八女郡水田村上北島字石原45			(")	11.69	矢 部 川	19.0
32	"	"	三河村光字波姫曾39			(")	12.11	"	"
33	"	"	岡山村鵜池字前田113			(")	10.76	"	"
福岡県 6 河川流域平均							13.35		24.8
34	佐賀県	西松浦郡	大川村野字宿溝田3915			(農 林 18 号)	13.60	松 浦 川	14.1
35	"	"	" 字峯			(")	13.82	"	"
36	"		東松浦郡有浦村長倉岩崎1550の1			(農 林 12 号)	13.96	有 浦 川	18.3
37	"	"	" " "			(農 林 18 号)	11.69	"	"
38	"	"	" " 宿の内1516の1			(")	13.48	"	"
39	"		藤津郡五町田村大眞崎字福宮328			(神 山)	15.37	塩 田 川	22.1
40	"		神崎郡仁比山村城原二本杉318			(農 林 18 号)	9.90	城 原 川	23.1
41	"	"	" 的字五本黒木564			(神 山)	9.84	"	"
42	"	"	" " "			(神 系 86 号)	16.38	ク リ ー ク	25.7
43	"	"	" " "			(道 海 神 力)	16.60	"	"
44	"	"	" " "			(農 林 18 号)	15.56	"	"
佐賀県 5 河川流域平均							13.65		20.8
45	長崎県	北松浦郡	佐々町中川原143			(農 林 18 号)	9.90	佐 々 川	12.7
46	"	"	" " 115の1			(農 林 12 号)	10.04	"	"
47	"	"	" 免田下31の1			(神 愛)	10.79	"	"
48	"		南松浦郡岐宿町松山郷宇太田1202			(瑞 穂)	12.89	鰐 川	14.1
49	"	"	" " 宇志田屋染頭			(在 來 種)	11.39	"	"
50	"	"	" " 二本楠境548			(西 海 32 号)	10.69	"	"
51	"	"	" " "			(農 林 18 号)	17.31	本 明 川	47.8
52	"	"	" " "			(西 海 44 号)	16.80	"	"
53	"	"	" " "			(西 海 43 号)	16.25	"	"
長崎県 3 河川流域平均							12.90		24.9
54	岡山県	倉敷市	住吉町岡山大学農研圃場			(旭)	9.05	高 梁 川	13.4

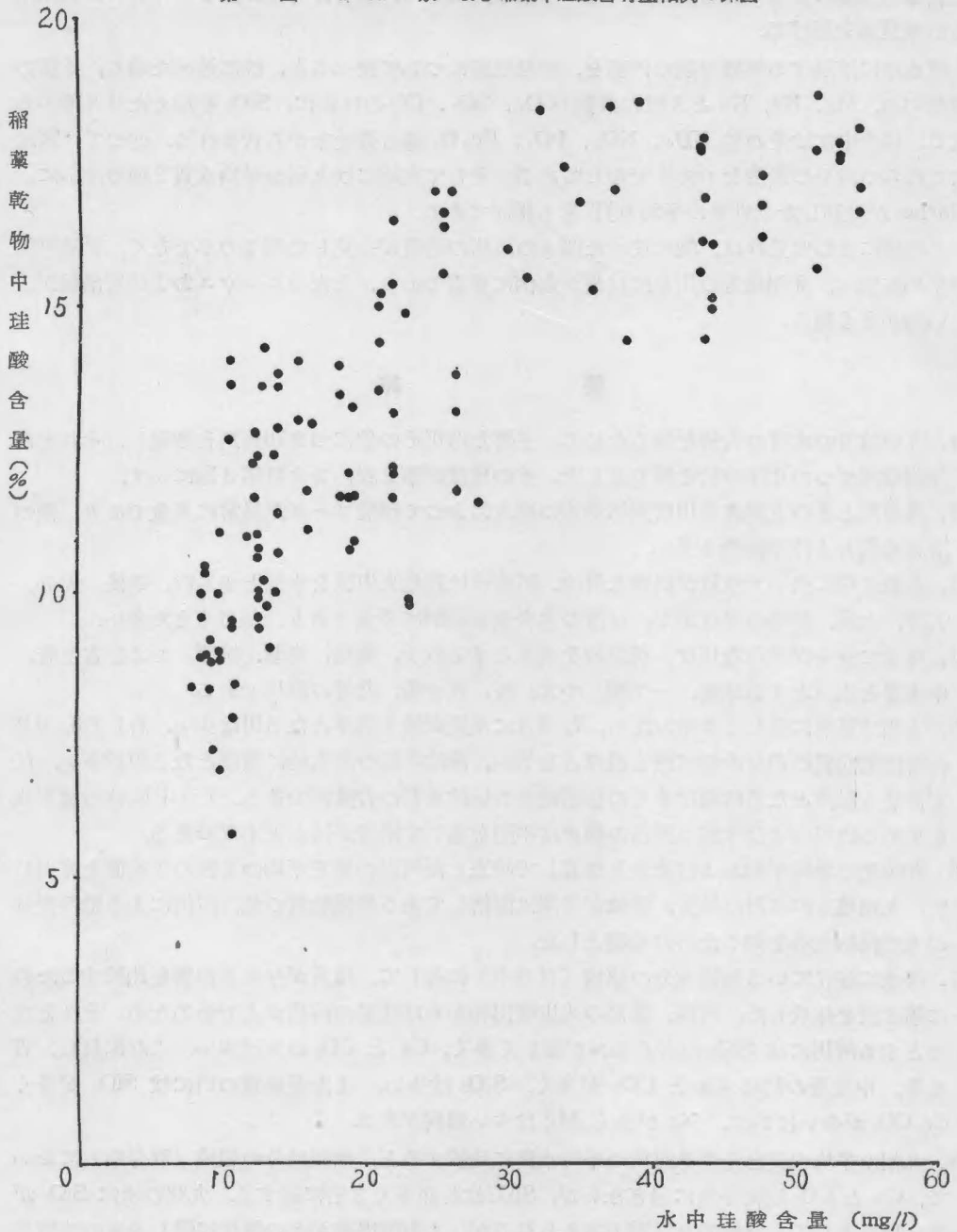
番号	採 取 地 点	(品 種 名)	濃 度 %	関係かんがい用水名	用水中 濃 度 mg/l
55	埼玉縣北埼玉郡下忍村		11.65	荒 川 系 分 流	12.4
56	南埼玉郡六田村	(農 林 25 号)	17.04	利根川系古利根川	25.6
57	川通村		15.15	荒 川 系 元 荒 川	21.2
58	北葛飾郡旭村	(農 林 25 号)	15.97	利根川系江戸川	26.2
59	吉川町		11.58	利根川荒川系古利根川	27.8
60	早稻田村		16.54	大 場 川	22.1
61	南埼玉郡大相模村		14.75	荒 川 系 元 荒 川	23.0
埼玉縣利根川・荒川水系流域平均			14.67		22.6
62	神奈川縣足柄上郡福沢村	(新 選)	17.46	酒 匂 川	34.1
63	酒田村十字路		18.41	酒 匂 川 堰	32.5
64	小田原市栢山駅前	(農 林 8 号)	14.35	仙 了 川	38.3
65	足柄上郡岡本村		18.58	洞 川	39.3
66	塚原		16.22	狩 川	43.9
67	山北町向原	(雄 町)	17.00	尺 里 川	37.5
68	金田村		16.00	川 音 川	30.2
69	曾我村下大井		15.29	菊 川	36.2
70	曾我村鬼柳		16.76	鬼 柳 堰	35.7
71	足柄下郡豊川村飯泉		18.49	鬼 柳 堰 下 流	37.3
神奈川縣酒匂川水系流域平均			16.87		36.5
72	岐阜縣揖斐郡温知村字材前	(東 山 38 号)	9.86	粕 川	13.0
73	養基村字沓井465	(初 霜)	7.68	揖斐川系経永用水	10.8
74	温知村字上田柿ノ木213	(〃)	9.42	池 田 用 水	10.8
75	字六ノ井下河戸242	(〃)	9.53	井 戸	10.8
76	八幡村字市橋	(東 山 38 号)	14.26	杭 瀬 川	13.2
77	大垣市福田町523	(農 林 8 号)	13.55	杭瀬川山王用水	13.1
78	綾野町八幡2051	(千 本 旭)	10.10	〃	13.1
79	小野町303	(東 山 36 号)	13.63	揖 斐 川 系	10.8
80	平町205	(千 本 優)	12.65	〃	10.8
81	釜笠町川中108	(美 濃 里)	10.02	下 立 用 水	14.3
82	揖斐郡温知村秋落防止改良試験区試料		5.83	揖 斐 川 系	10.8
83	大垣市川並平秋落防止改良試験区試料		14.12	〃	10.8
岐阜縣揖斐川水系流域平均			10.89		11.9
84	滋賀縣甲賀郡甲南町大字森尻	(東 山 41 号)	10.00	柚 川	12.3
85	大字深川	(〃)	12.40	〃	〃
86	野洲郡河西村大字潘磨田字四ノ坪(滋賀旭20号)		12.80	野 洲 川	11.2
87	字下米上字(近 江 旭)		9.60	〃	〃
88	字トノエ (〃)		11.10	〃	〃
89	蒲生郡馬淵村大字新巻	(治 田 旭)	11.10	日 野 川	14.5
90	〃 〃 〃 〃	(旭 27 号)	11.80	〃	〃

番号	薬	採取地点	(品種名)	薬中珪酸 %	関係かんがい用水名	用水中珪酸 mg/l
91	"	神崎郡永源寺村字山字外川原132	(治田 旭)	8.40	愛 知 川	10.3
92	"	犬上郡多賀町猿木	(愛 知 旭)	8.80	犬 上 川	8.9
93	"	" 西甲良村尼子	(ハ ッ シ モ)	9.20	"	"
94	"	" 東甲良村金屋	(湖 東 19 号)	8.30	"	"
95	"	坂田郡息長村大字能登瀬字東川	(治田 旭)	9.60	天 ノ 川	8.1
96	"	" " " 字長谷町25	(近 江 旭)	10.00	"	"
97	"	" 大原村大字小田	(近 江 3 号)	8.80	姉 川	9.5
98	"	" " 大字野一色	(神 国)	6.80	"	"
99	"	" 伊吹村大字伊吹字下町	(近 江 旭)	11.10	"	"
100	"	伊香郡木之本町大字黒田	(中 生 豊 年)	10.00	余 呉 川	9.2
101	"	" " 大字木之本	(農 林 29 号)	9.00	"	"
102	"	高島郡廣瀬村長尾字廣瀬	(千 本 旭)	8.90	安 曇 川	8.1
103	"	蒲生郡安土村大字番庄	(滋 賀 旭 20号)	13.00	琵琶湖 逆 水	15.4
104	"	愛知郡稻村大字甲崎明光寺709	(十 石 千 本)	13.80	溜 水	25.5
105	"	" " " " 717	(千 本 旭)	11.80	"	"
106	"	" " " " 坊ノ前514	(近 江 旭)	13.20	"	"
107	"	栗太郎常磐村大字志那字今井口	(晩 生 道 海)	10.60	"	11.5
108	"	" " " " 字芝	(晩 生 糯)	12.40	"	"
109	"	" " " " 字野守	(晩 生 道 海)	13.10	"	"
滋賀縣 11 河川流域平均				10.60		12.4
110	福井縣	大野郡上庄村五條方	(農 林 6 号)	7.20	眞 名 川	9.0
111	"	吉田郡下志比村飯島	(中 生 栄 1 号)	12.30	九 頭 龍 川	11.2
112	"	足羽郡一乗谷村安波賀	(農 林 10 号)	11.00	足 羽 川	11.4
113	"	南條郡下平吹区	(農 林 30 号)	10.40	日 野 川	8.4
114	"	遠敷郡三宅村三宅	(農 林 23 号)	10.50	北 川	8.2
115	"	" " 井ノ口	(山 陰 17 号)	8.90	"	"
116	"	小浜市府中町向45号1番地	(農 林 6 号)	8.40	南 川	7.4
福井縣 6 河川流域平均				9.80		9.1

水中の珪酸が豊富な大分、神奈川、埼玉縣下の稲藁中には珪酸が多量に含有せられるに對し、水中の珪酸が乏しい滋賀、福井、岐阜縣下の稻には珪酸が少い傾向がある。そこでこれを図示したものが第2図である。図の横軸は川水中の珪酸含量を、縦軸は稲藁乾物中の珪酸含量を示す。この図によると、水中の珪酸含量が 10 mg/l 程度の少量の場合は、藁中の珪酸も少量で 6~11%に過ぎないが、水中の珪酸が 50 mg/l の多量の場合は、藁中の珪酸も著しく増加し 16~19%となる。このように両者間の相関々係は著しく大きいのである。

従つて、川水中の珪酸は、よく稻に吸收せられて藁中の珪酸含量を増加させるものであり、また二次的には堆肥中の珪酸含量を増加するから、稻熱病耐病性を強化する点で、稻作上極めて重要な意義を有することが知られる。

第 2 図 かんがい水および稲葉中珪酸含有量相関関係図



水 質 の 図 示

水質の表現方法として、従来専ら行われて来たのは、成分の濃度をそれぞれ数字によつて表わす方法であるが、筆者はかねてから図によつて表現する方法を試み^(10-14, 10-18)、多数の河川を比較するような場合に、一見して判る水質図の方が、複雑な数字を並べた表よりも、非常に

便利な表現法であることを知った。そこで第3図として、筆者の考案によつて作製した九州地方の水質図を掲げる。

河水中に溶解する無機塩類の内容を、蒸発残渣について調べると、既に述べた通り、4種の塩基 (Ca, Mg, Na, K) と3種の酸根 (CO_3 , SO_4 , Cl) のほかに、 SiO_2 を加えた計8種から成る。残渣中にはその他 NH_4 , NO_3 , PO_4 , Fe_2O_3 等も微量ながら含まれる。従つて、図にはこれらの成分の濃度を mg/l で示してある。そして右端には九州の平均水質2種のほかに、Clarke が計算した全世界の平均水質^{*}をも掲げてある。

この図によつて見れば、既に述べた個々の河川の特質が一見して判るのみでなく、世界河川の平均に較べ、九州地方の川水に珪酸が如何に豊富であり、またカルシウムおよび炭酸根が乏しいかがよく判る。

要

結

1. 九州地方の水質の大勢を知るために、主要な河川その他につき70箇所を選定し、それぞれ年間12回づつの化学分析を繰り返した。その成績は第2表、および第3図に示す。
2. 遠賀川とその支流彦山川は炭坑廃水の流入によつて硫酸ソーダが異常に多量であり、他の溶存塩類および浮游物も多い。
3. 上記2川に次いで水質が濃厚な川は、阿蘇或は霧島火山脈を水源とする白、筑後、大分、大野、大淀、新等の諸水系で、珪酸の含有量が特別に多量であり、加里もまた多い。
4. 反対に成分が稀薄な川は、花崗岩を水源とする祝子、那珂、嘉瀬、城原、および古生層、中生層を水源とする球磨、一ツ瀬、小丸、耳、五十鈴、北等の諸川である。
5. 九州は夏季に著しく多雨のため、7、8月に水質が最も濃厚となる川は少い。むしろ5、6月の梅雨期前後の初夏の候に最も濃厚となるか、或は冬期の渇水時に濃厚となる川が多い。反対に最も稀薄となる時期は6月の梅雨時あるいは9月の台風時である。しかし阿蘇の地下水を集める白川および水前寺湧水の如きは年間を通じて濃度が殆んど不変である。
6. 70箇所の単純平均および流量を加算して修正した河川の修正平均の2種の平均値を算出して、九州地方の河川の特質、陸地が河川に溶解して失う無機物質の量、河川による肥料養分の天然供給量等を知るための基礎とした。
7. 川水に溶けている無機成分の組成(百分率)に対して、地質が与える影響を比較するために第3表を作成した。阿蘇、霧島の火山噴出物からは珪酸の溶出が大であるため、それを水源とする河川には SiO_2 の占める%が著しく多く、Ca と CO_3 の%は少い。これに反し、古生層、中生層の川は Ca と CO_3 が多く、 SiO_2 は少い。また花崗岩の川には SiO_2 が多く CaCO_3 が少いほかに、Na が多く Mg は少い傾向がある。
8. 九州の平均水質を全世界河川の平均水質に比較すると、無機成分の組成(百分率)において、Ca と CO_3 は約半量に過ぎないが、 SiO_2 は断然多く3倍に達する。九州の水に SiO_2 が多い理由として、気候的な原因も考えられるが、火山噴出物とその風化に際し多量の珪酸を溶出することが最大の原因である。
9. 九州地方の陸地が1年間に河川に溶解して失う無機成分の総量は、540万屯と推定せられ、その内訳は Ca 58万屯、Mg 16万屯、Na 47万屯、K 11万屯、 CO_3 115万屯、Cl 27万屯、

^{*} Clarke は無機成分の組成を百分率で示しているだけで、濃度 (mg/l) を示していない。そこで36頁欄外に記した計算により、Salinity を 99.9 mg/l として、各成分の mg/l を求めて圖示した。

SO₄ 76万吨, SiO₂ 185万吨……等である。この計算は溶解して運ばれる成分だけの量であつて、浮游物、土砂は含まれていない。

10. 段当用水量を8,000石とした場合、河川がかんがい水として天然に供給する養分の量を計算してみると、川によつて相違があるが、一夏のかんがい期間に加里は段当り250匁〜2貫400匁で、平均870匁、珪酸は4貫100匁〜20貫700匁で、平均11貫800匁、炭酸石灰は4貫400匁〜38貫200匁、平均12貫600匁であつて、これを九州地方40万町歩の全水田に見積れば、加里は硫酸加里として2万7千屯、窒素は硫安として9千屯、石灰は炭酸カルシウムとして18万9千屯、珪酸は17万6千屯の多量に達する。
11. 河水中の珪酸が稲葉中の珪酸含有量におよぼす効果を試験するため、多数の川の流域から稲葉を採取して珪酸含量を分析した結果、第4表、および第2図に示す如く、両者の相関々係は著しく大である。従つて水中の珪酸は、稲によく利用せられるものであり、延いては稲熱病耐病性を強化すると予想せられるから、稲作上重要な意義を有する。
12. 水質を図によつて示すために、第2図の如き水質図を考案作成した。これによると水質が一見して判り、川水を比較する場合に非常に便利である。

感 謝

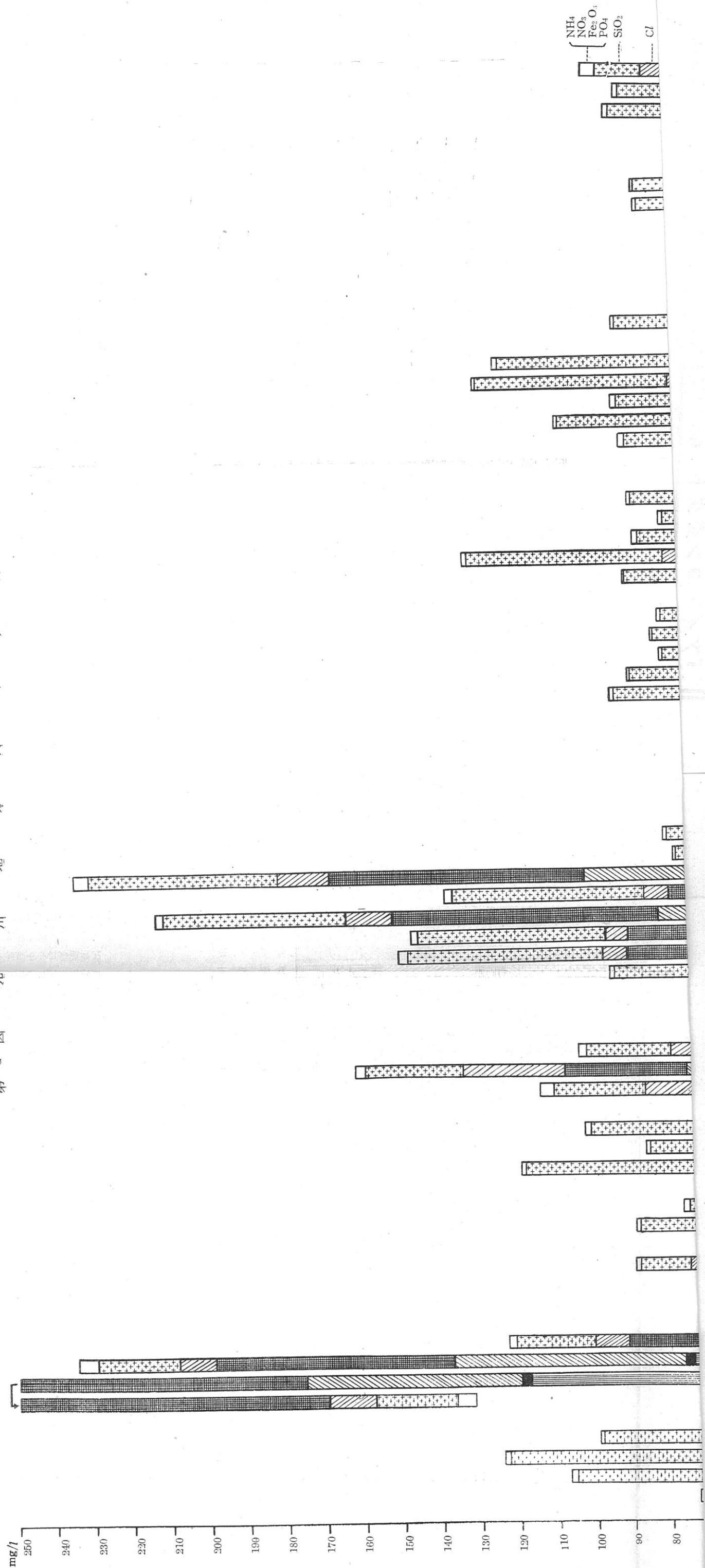
この研究の遂行にあたり色々御高配を戴いた各縣農業試験場長、耕地課長、農業改良課長ならびに現地で毎回の採水に当たられた縣職員諸氏に対し厚く感謝する。また当研究所および筆者がもと在職した農林省農業技術研究所において、分析を分担せられた棚田久次、町田広男、井口長光、杉原久夫、浦上佳子、石井葉、内田綱、大森常代の諸氏に対し心から謝意を表したい。また研究費は元農林省資源課長（現在京都農地事務局長）伊藤茂松氏に負うところ大であり、尙ごく一部は文部省科学研究費によつたことを記す。

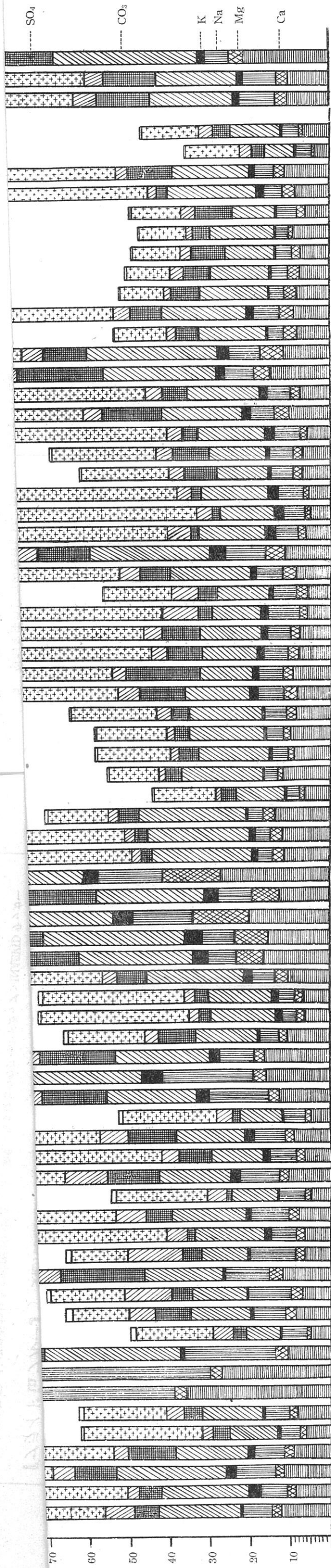
参 考 文 献

- (1) Clarke F. W. (1924): Data of Geochemistry. (2) Rankama & Sahama (1949): Geochemistry. (3) 倉茂英次郎 (1935): 本邦河川の化学的研究概報。氣象集誌 第2輯 13巻 4号。
- (4) 小林純 (1944): 灌漑水の水質に関する化学的研究, 荒川及び多摩川水系の水質に就て, 農商省農事試験場報告 第61号。 (5) —— (1947): 灌漑水の化学 (I) 農学研究 37巻 2号。 (6) —— (1948): 同上 (II) 農学研究 37巻 4号。 (7) —— (1948): 本邦河川の水質, 農学 2巻 8号。
- (8) —— (1949): 本邦河川の水質 (続), 農学 3巻 3号 (9) —— (1948): 本邦河川の化学的研究, 岡山, 鳥取縣下の水質に就て, 農学研究 38巻 1号 (10) —— (1950): 本邦河川の化学的研究 (第1報) 秋田縣内主要河川の水質に就て。 (11) —— (1950): 同上, 農事試験場彙報 4巻 2号。 (12) —— (1951): 本邦河川の水質に就て。農学研究 39巻 3号。 (13) —— (1951): 本邦河川の水質に就て, 農業生産特に水稻作に及ぼす影響を中心に, 農業技術 6巻 1号。 (14) Kobayashi J. (1951): Chemical Investigation on the water of Rivers in Japan. I. On the Quality of Water in Akita prefecture. Berich. Ohara Inst. landw. Forch. 9, 3. (15) 小林純増本文吉, 杉原健 (1951): 岡山縣高梁川及び鳥取縣日野川の化学的研究。日本化学雑誌 72巻 6号 (16) 小林純, (1951): 川水が農業・工業並に都市衛生に及ぼす影響, 経済雑誌ダイヤモンド 10月1日号 (17) —— (1952): 関東地方の河川の水質に就て, 利根川総合開発圖譜 (関東地方建設

局内利根川治水同盟刊行) (18) —— (1952): 河川の水質と地質, 土壤肥料新説(麻生博士喜壽記念会編) 117頁 (19) —— (1953): 本邦河川の化学的研究(第2報)九州地方の水質について 前篇. 農学研究 41卷 1号. (20) —— (1954): 本邦河川の水質について(九州地方)国土 4卷 2号. (21) 岩崎重三(1931): 農業地質学 267頁. (22) 川村一水(1952): 世界及び日本の土壤概説 土壤肥料新説(麻生博士喜壽記念会編) 7~9頁. (23) 原田光(1952): 火成岩の風化に関する研究(9報)花崗岩の風化(1), 日本農芸化学会誌 26卷 10冊 519頁. (24) —— (1953): —— (16報)安山岩の風化(3) 日本農芸化学会誌 27卷 12冊 873頁. (25) 大蔵武(1951): 珪酸の比色法に関する研究(1-2報) 日本化学雑誌 72卷 11号 (26) 馬場越(1950): 稻作新説(戸刈義次編) 135頁.

九州地方河川水質図





世界河川の平均
九州地方河川修正平均
九州地方七十箇所單純平均

70 北川
69 祝子川
68 五ヶ瀬川
67 五ヶ瀬川
66 五十鈴川
65 耳川
64 小丸川
63 三財川
62 一ツ瀬川
61 大淀川
60 綾瀬川
59 岩瀬川
58 高崎川
57 大淀川
56 庄内川
55 大淀川
54 清武川
53 酒谷川
52 菱田川
51 串良川
50 肝属川
49 新川
48 別府川
47 池田湖
46 万瀬川
45 川内川
44 川内川
43 羽月川
42 川内川
41 米津川
40 球磨川
39 球磨川
38 球磨川
37 球磨川
36 米津川
35 緑川
34 緑川
33 熊本井水
32 水前寺湧水
31 白川
30 黒川
29 白川
28 菊池川
27 菊池川
26 菊池川
25 矢部川
24 花宗川
23 割江川
22 佐賀川
21 筑後川
20 筑後川
19 大山川
18 玖珠川
17 嘉瀬川
16 堀田川
15 本明川
14 鰐川
13 佐々川
12 有浦川
11 松浦川
10 那珂川
9 多々良川
8 彦山川
7 遠賀川
6 今川
5 山国川
4 大分川
3 大分川
2 大野川
1 番匠川

東臼杵郡北川村字飛石附近(鉄橋下)
延岡市祝子附近
東臼杵郡南方村岡元附近
西臼杵郡高千穂町三田井附近
" 門川町字小園附近
東臼杵郡東郷村字中野原附近
児湯郡高鍋町字竹嶋附近
宮崎郡佐土原町泉道の橋附近
児湯郡妻町山角
宮崎市京塚町字小松(渡船場)
東諸県郡本庄町字黒田附近
西諸県郡野尻村字猿瀬
" 高崎町
" 高城町
北諸県郡庄内町
" 都城市
" 宮崎郡清武村
宮崎県南郷町那賀町字楠原附近
" 麟蹄郡西志布志村字養原附近(堰の所)
" 串良町附近
肝属郡高山川との合流点より下流、串良川との合流点の上流
" 日当山村温泉場上流
始良郡帖佐村字麓附近
掛符郡今和泉村上層の水
川辺郡加世田町鉄橋附近
川内市鉄橋下流(白和町渡船場)
薩摩郡宮之城町水野川との合流点より上流
伊佐郡菱刈町川内川との合流点の上流
始良郡吉松村吉松附近
鹿兒島県出水郡出水町広瀬橋の上流(堰の所)
" 八代市鹿兒島本線鉄橋附近
" 一勝地村一勝地駅(幸川との合流点より上流)
" 川村字新村附近
球磨郡黒地村字蓮花寺(堰の上方)
八代郡宮原町上流(堰の上方)
熊本市川尻町鹿兒島本線鉄橋上流(堰の上方)
上益城郡宮内村役場の上流渡船場
" 農業試験場
" 水前寺公園水前寺池出口
熊本市上流(渡船場)
" 内ノ牧町附近
阿蘇郡泉村字中島附近
玉名郡玉名町鹿兒島本線鉄橋上流(寺田堰)
" 字高野瀬(女学校下)
熊本県菊池郡隈府町字今村(橋の附近)
" 八女郡上妻村花宗井堰取入口
福岡県三潁郡木佐木村上牟田親重丸井堰
" 中川副村字福富
" 佐賀郡北川副村字江上町
佐賀県神埼郡仁比山村大字的宇小淵
福岡県三井郡大塚村床島井堰
" 玖珠川との合流点の上流
大分県日田郡中川村大分大山川との合流点の上流
" 佐賀郡川上村(川上橋下)
佐賀県藤津郡堀田町(橋の上流)
" 練馬市天満町上子戸
" 南松浦郡岐宿町松山郷字志田尾志田尾橋下
長崎県北松浦郡佐々町古川佐々小学校前上方
" 東松浦郡有浦村長倉
佐賀県西松浦郡大川村大字山西江湖
" 筑紫郡日佐村老司井堰
" 杵屋郡大川村猪野川合流点の上流(役場前大川橋下)
" 中泉
" 直方市岡森井堰(直方市尾崎と勝野駅の南方の中間)
福岡県京都郡厚川町(本庄花龍間の井堰)
" 下毛郡東郷馬場村柳田荒瀬井堰右岸
" 宇佐郡豊川村中原平田井堰左岸
" 大分県採田村樺木初瀬井路
" 大野郡牧口村岩戸渡船場奥瀬川合流点の上流
大分県佐伯市大字鶴岡字櫻野高井堰の上流(一軒)

番号 河川名 水系名 採水場所